



1765
PATENT
ATTORNEY DOCKET NO. 08228/019001
PATENT APPLICATION NO. 10/044,686

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : Shiro SAKAI et al.
Serial No.: 10/044,686
Filed: January 11, 2002
Title: NITRIDE SEMICONDUCTOR CHIP AND METHOD FOR
MANUFACTURING NITRIDE SEMICONDUCTOR CHIP

Art Unit: 1765
Examiner:

Assistant Commissioner for Patents
Washington, DC 20231


TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT(S) UNDER 35 U.S.C. 119

Applicant hereby confirms his claim of priority under 35 U.S.C. 119 from Japanese
Application No. 2001-003910 filed January 11, 2001. A certified copy of the application from
which priority is claimed is submitted herewith.

Please charge any fees due in this respect to Deposit Account No. 50-0591, referencing
08228/019001.

Respectfully submitted,

Date: 6/25/02


Jonathan P. Osha
Reg. No. 33,986

MAILED
JUL 23 2002
GROUP 1700

ROSENTHAL & OSHA L.L.P.
1221 McKinney, Suite 2800
Houston, TX 77010

Telephone: 713/228-8600
Facsimile: 713/228-8778

Date of Deposit: June 25, 2002

I hereby certify under 37 CFR 1.8(a) that this
correspondence is being deposited with the United States
Postal Service as first class mail with sufficient postage
on the date indicated above and is addressed to the
Assistant Commissioner for Patents, Washington, D.C.
20231.


Tawana L. Garcia

31572_1.DOC

COPY OF PAPERS
ORIGINALLY FILED



Translation of Priority Certificate

JAPAN PATENT OFFICE

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

Date of Application: January 11, 2001

Application Number: Patent Application No. 2001-003910
[ST.10/C]: [JP2001-003910]

Applicant(s): Shiro SAKAI
NITRIDE SEMICONDUCTORS Co., Ltd.

MAILED
JUL 23 2002
GROUP 1700

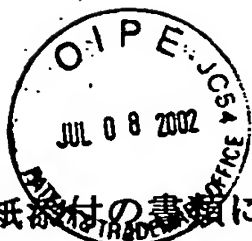
COPY OF PAPERS
ORIGINALLY FILED

March 15, 2002

Commissioner, Kozo Oikawa
Patent Office

Priority Certificate No. 2002-3017149

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2001年 1月11日

出 願 番 号
Application Number:

特願2001-003910

[ST.10/C]:

[JP2001-003910]

出 願 人
Applicant(s):

酒井 士郎
ナイトライド・セミコンダクター株式会社

MAILED
JUL 23 2002
GROUP 1700

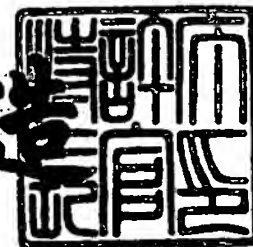
COPY OF PAPERS
ORIGINALLY FILED

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2002年 3月15日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2002-3017149

【書類名】 特許願
【整理番号】 329-0020
【提出日】 平成13年 1月11日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H01L 21/00
【発明者】

【住所又は居所】 徳島県徳島市八万町中津浦 1 7 4 - 4

【氏名】 酒井 士郎

【発明者】

【住所又は居所】 徳島県徳島市南常三島町 2 - 1 徳島大学内

【氏名】 イーヴ ラクロワ

【特許出願人】

【識別番号】 591080069

【氏名又は名称】 酒井 士郎

【特許出願人】

【識別番号】 500221563

【氏名又は名称】 ナイトライド・セミコンダクター株式会社

【代理人】

【識別番号】 100075258

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉田 研二

【電話番号】 0422-21-2340

【選任した代理人】

【識別番号】 100081503

【弁理士】

【氏名又は名称】 金山 敏彦

【電話番号】 0422-21-2340

【選任した代理人】

【識別番号】 100096976

【弁理士】

【氏名又は名称】 石田 純

【電話番号】 0422-21-2340

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001753

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 窒化物系半導体装置及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 六方晶形の窒化物結晶が形成された基板を切断することにより半導体チップを得る窒化物系半導体装置の製造方法であって、

互いに 120 度をなす 2 つの方向に沿って前記基板を切断することで前記半導体チップを得ることを特徴とする窒化物系半導体装置の製造方法。

【請求項 2】 請求項 1 記載の製造方法において、

前記半導体チップの平面形状を菱形状とすることを特徴とする窒化物系半導体装置の製造方法。

【請求項 3】 請求項 1、2 のいずれかに記載の方法において、

前記基板はサファイア基板であることを特徴とする窒化物系半導体装置の製造方法。

【請求項 4】 基板及び前記基板上に形成された六方晶形の窒化物結晶を有する窒化物系化合物半導体装置であって、

その平面形状が 120 度の内角を有する菱形であることを特徴とする窒化物半導体装置。

【請求項 5】 請求項 4 記載の装置において、

前記平面形状において、前記菱形の中央部に発光部が形成され、前記菱形の両端部に前記発光部を挟むように電極が形成されることを特徴とする窒化物系半導体装置。

【請求項 6】 請求項 5 記載の装置において、

前記電極は、その平面形状が三角形であることを特徴とする窒化物系半導体装置。

【請求項 7】 請求項 4～6 のいずれかに記載の装置において、

前記基板はサファイア基板であることを特徴とする窒化物系半導体装置。

【請求項 8】 請求項 4～7 のいずれかに記載の装置において、

前記窒化物は窒化ガリウムを含むことを特徴とする窒化物系半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は窒化物系半導体装置及びその製造方法、特に窒化物結晶が形成された基板（ウエハ）の切断に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、窒化ガリウム（GaN）等の窒化物結晶を用いた半導体装置が開発されており、青色LED等の発光素子に適用されている。窒化物結晶は、その多くが六方晶形のウルツァイト型であり、窒化物結晶のc軸が基板平面に対して垂直となっている。

【0003】

図4には、従来の窒化物結晶の結晶構造が模式的に示されている。窒化物結晶はサファイア等の基板上にMOCVDを用いて成長させることができ、結晶のc軸は基板面（ウエハ面）に垂直となる。

【0004】

MOCVD等で結晶成長させた後、発光素子等のデバイスとして用いるために基板を切断してチップとするが、まず基板の裏面を研磨し、基板の表あるいは裏にダイヤモンドペンなどでスクラブ（ひっかき）を行う。任意の方向にカットするためには100 μ m以下、好ましくは70 μ m以下となるまで研磨する。そして、所定の厚さまで研磨した後、スクラブした方向に沿って切断することで角型の半導体チップを得ている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、研磨の段階では基板が割れず、研磨後には容易に割れるという条件を満たすように基板を70 μ mまで研磨するのは困難であり、研磨工程が高精度化及び長時間化する問題があった。

【0006】

本発明は上記従来技術の有する課題に鑑みなされたものであり、その目的は、窒化物結晶が成長されたウエハを切断して半導体チップを製造する際の研磨工程

を簡略化できる方法を提供すること、また、従来の角型半導体チップ以上に優れた特性を有する半導体チップを得ることにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明は、六方晶形の窒化物結晶が形成された基板を切断することにより半導体チップを得る窒化物系半導体装置の製造方法であって、互いに120度をなす2つの方向に沿って前記基板を切断することで前記半導体チップを得ることを特徴とする。6回回転対称性を有する結晶に対して互いに120度をなす2つの方向に切断方向を設定することで、2つの切断方向は結晶構造から見て等価となり、一方向を割れやすい方向に選択すると他方向も同時に割れやすい方向となって切断が容易化される。切断が容易化されることにより、切断に伴う工程、例えば基板の研磨工程やスクラブ工程が簡易化される。

【0008】

ここで、互いに120度をなす2つの方向を用いて基板を切断することで、前記半導体チップの平面形状を菱形状とすることが好適である。

【0009】

また、本発明において、前記基板はサファイア基板とすることができる。

【0010】

また、本発明は、基板及び前記基板上に形成された六方晶形の窒化物結晶を有する窒化物系化合物半導体装置を提供する。この半導体装置では、その平面形状が120度の内角を有する菱形であることを特徴とする。菱形とすることで、ウェハからの切断を容易化して効率的に作製し、ウェハの利用率を高めることができる。

【0011】

ここで、前記平面形状において、前記菱形の中央部に発光部が形成され、前記菱形の両端部に前記発光部を挟むように電極が形成されることが好適である。これにより、発光部に均一に電流を流しやすくなり、発光効率を向上させることができる。電極は、その平面形状を三角形とすることが好適であり、これにより菱形のチップ上に効率的に電極を配置することができる。

【0012】

本発明に係る半導体装置においても前記基板はサファイア基板とすることができ、前記窒化物としては窒化ガリウム (GaN) を含むことが好適である。GaNを用いることで、短波長光を射出する発光素子を得ることができる。

【0013】

【発明の実施の形態】

以下、図面に基づき本発明の実施形態について、発光素子を例にとり説明する。

【0014】

図1には、六方晶形の窒化物結晶が形成された基板 (ウエハ) 1 の切断方向が模式的に示されている。なお、基板としてはサファイア基板を用いることができ、窒化物結晶としては、窒化ガリウム (GaN) を用いることができる。具体的には、基板/n-GaN層/InGaN発光層/p-GaN層とすることができ、これにより波長370~550nm帯の発光素子が得られる。もちろん、窒化物結晶としては他の組成も可能であり、n層としてAlGaN (AlGaN/GaNの多層量子井戸、AlGaN/AlGaNの多層量子井戸、AlGaN/InGaNの多層量子井戸を含む)、発光層としてGaNあるいはAlGaN (AlGaN/GaNの多層量子井戸、AlGaN/AlGaNの多層量子井戸、AlGaN/InGaNの多層量子井戸を含む)、p層としてAlGaNを用いることもでき、これにより波長300~370nmの発光素子が得られる。

【0015】

従来においては、互いに直交する2方向に沿ってウエハを切断することで角型の半導体チップを得ていたが、本実施形態においては図1に示されるように互いに120度をなす2つの方向に沿ってウエハを切断することで発光素子の半導体チップを得る。ウエハ面内ではc軸を回転軸として6回回転対称性を有しているため、互いに120度をなす2つの方向は結晶構造からみて等価な方向となる。したがって、一方向をウエハが割れやすい方向、例えばへき開面に沿った方向に選ぶと他の方向も同様に割れやすい方向となり、ウエハの切断が非常に容易となる。切断方法は、従来と同様にまず基板の裏面を研磨し、基板の表あるいは裏に

ダイヤモンドペンなどでスクラブするが、本実施形態においては互いに等価で割れやすい2つの方向を切断方向としているため、研磨工程において従来のように $100\mu\text{m}$ 以下とする必要がなく、基板厚が $100\mu\text{m}$ 以上であっても簡単に基板を切断することができる。したがって、基板の研磨に要する時間も短くなり、従来のような高精度の研磨も不要となる。なお、本実施形態においてサファイア基板の厚さは $150\mu\text{m}$ 程度でも切断することが可能である。

【0016】

また、割れやすい方向に沿って基板を切断した場合、その切断面は従来のように互いに直交する2方向で切断した場合に比べて滑らかとなる（従来の場合には一方向が割れやすい方向でも他方は割れやすい方向ではないため、後者の方向の切断面に凹凸が生じる）。一般に、発光層から出た光の多くは基板に導波され、側面から外部に射出する。本実施形態では、光が外部に射出する面（切断面）が滑らかであるのでこの部分で乱反射が生じにくく、したがって従来以上に光を容易に集光することもできる。

【0017】

また、本実施形態において、スクラブする方向の精度は、割れる方向が結晶軸により決定されるためそれほど厳密である必要はなく、5度程度の精度があればよい。このようにスクラブが容易であるため、スクラブのためのスペースを狭くすることが可能であり、その結果ウエハの単位面積から得られる有効発光面積も増大する。

【0018】

図2には、図1に示されたように互いに 120 度をなす2方向で基板を切断して得られた一つの半導体チップの構成が示されている。（a）は平面図、（b）はb-b断面図である。（b）に示されるように、サファイア基板10上にn-GaN層12、14を形成し、更にInGaN発光層16を形成する。発光層16の上にp-GaN層18を形成し、n-GaN層12を部分的に露出するエッチングを行ってp-GaN層18上にp電極20、n-GaN層12上にn電極22を形成する。また、発光層16を覆うようにp電極20に接してZnO等の透明電極24をp-GaN層18上に形成する。ウエハの切断は、p電極20、

n電極22、透明電極24を形成した後に行われ、この切断により(a)に示されるように平面形状が菱形状の半導体チップが得られる。

【0019】

本実施形態の半導体チップの形状を詳述すると以下のようなものである。すなわち、発光層16はn-GaN層14とp-GaN層18との間に形成されるが、平面形状では発光層16のうちp電極20に覆われておらず透明電極24を介して外部に光を射出できる発光部は菱形の中央部に位置し、菱形の両端部、つまり菱形の2つの対角線のうち長い方の対角線の両端部にp電極20及びn電極22が三角形形状で位置し、2つの電極20、22で菱形の中央に配置された発光部を挟み込むような配置である。このように菱形の中央部に発光層、両端に三角形形状の電極を形成することで、図3に示すように正方形型でその対角に正方形の電極を形成する半導体チップに比べ、単位面積あたりの有効発光面積を拡大することができる。

【0020】

以下に、本実施形態(菱形)の半導体チップと正方形型(角型)半導体チップの比較を示す。

【0021】

【表1】

	角 型	菱 形
チップ面積(A)	90000 μm^2 (一辺300 μm)	77942 μm^2 (一辺300 μm)
メサ面積(B)	260 \times 260 μm^2 =67600 μm^2	60999 μm^2 (一辺265.4 μm)
p電極面積(C)	70 \times 70 μm =4900 μm^2	2122 μm^2 (1辺70 μm の正三角形)
n電極用 I _{サグ} 面積(D)	80 \times 80 μm =6400 μm^2	2122 μm^2 (1辺70 μm の正三角形)
発光面積(E) E=B-C-D	56300 μm^2	56755 μm^2
E/A	0.625	0.728

【0022】

ここで、メサ領域とは、p-GaN層18が形成されている部分であり、メサ

周辺にはそれぞれの場合において各辺に $20\mu\text{m}$ の隙間が形成されている。この表より、単位面積当たりの発光面積 E/A は従来の角型半導体チップに比べて約 1.2 倍となることがわかる。

【0023】

また、p 電極 20 及び n 電極 22 が半導体チップの長さ方向（長い対角線の方
向）に配置されているため、図 3 に示されるような角型半導体チップにおいて対
角線の両端に電極を配置する場合に比べて発光部に均一に電流を流しやすく（発
光部のうち両電極で挟まれる領域の割合が大きい）、光取り出し効率を増大させ
ることができる。図 3 に示される角型半導体チップでは電極が形成されていない
他方の対角線上領域 100 に電流を流すためには p 層の上に厚い透明電極 102
を形成する必要があるが、本実施形態においてはこのように厚い透明電極を形成
する必要もない。

【0024】

このように、本実施形態の菱形半導体チップにより構成の簡易化を図るととも
に、発光効率を向上させることができる。ほぼ同一条件で発光素子を形成したと
ころ、菱形では角型に比べて約 1.5 倍の発光効率を得られることを出願人は確
認している。また、ウエハの単位当たりから切断して作製できる発光素子の数は
、菱形では従来に比べて約 10%～20% 増大することも確認している。

【0025】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によればウエハを容易に切断して半導体チップを
得ることができる。また、本発明の半導体装置では、平面形状を菱形としたこと
により発光効率を増大させることもできる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 実施形態の切断方向を示す説明図である。

【図 2】 実施形態に係る半導体チップの平面図及び断面図である。

【図 3】 従来の半導体チップの平面図である。

【図 4】 窒化物系結晶の説明図である。

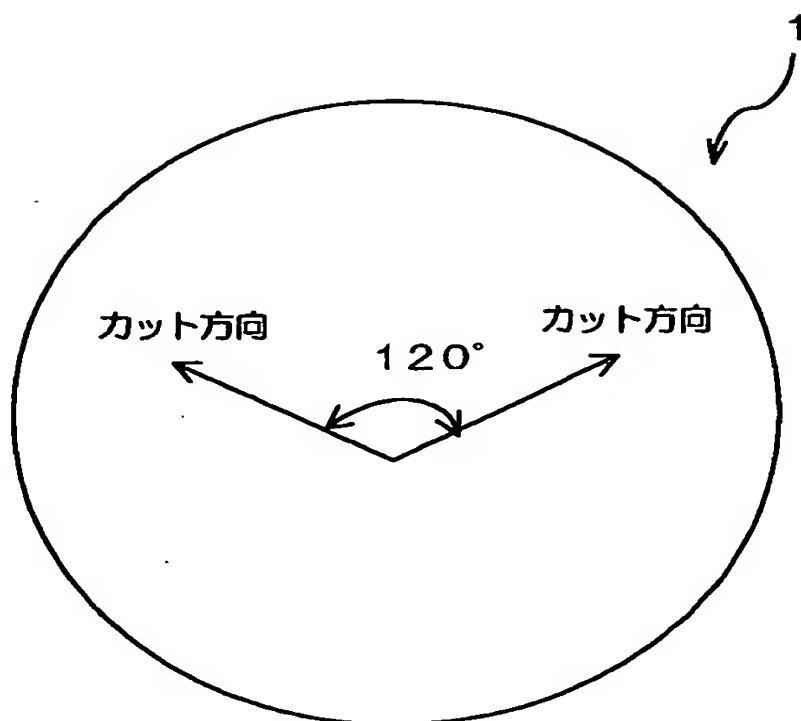
【符号の説明】

.1 半導体チップ、10 基板、12, 14 n層、16 発光層、18 p層、20 p電極、22 n電極。

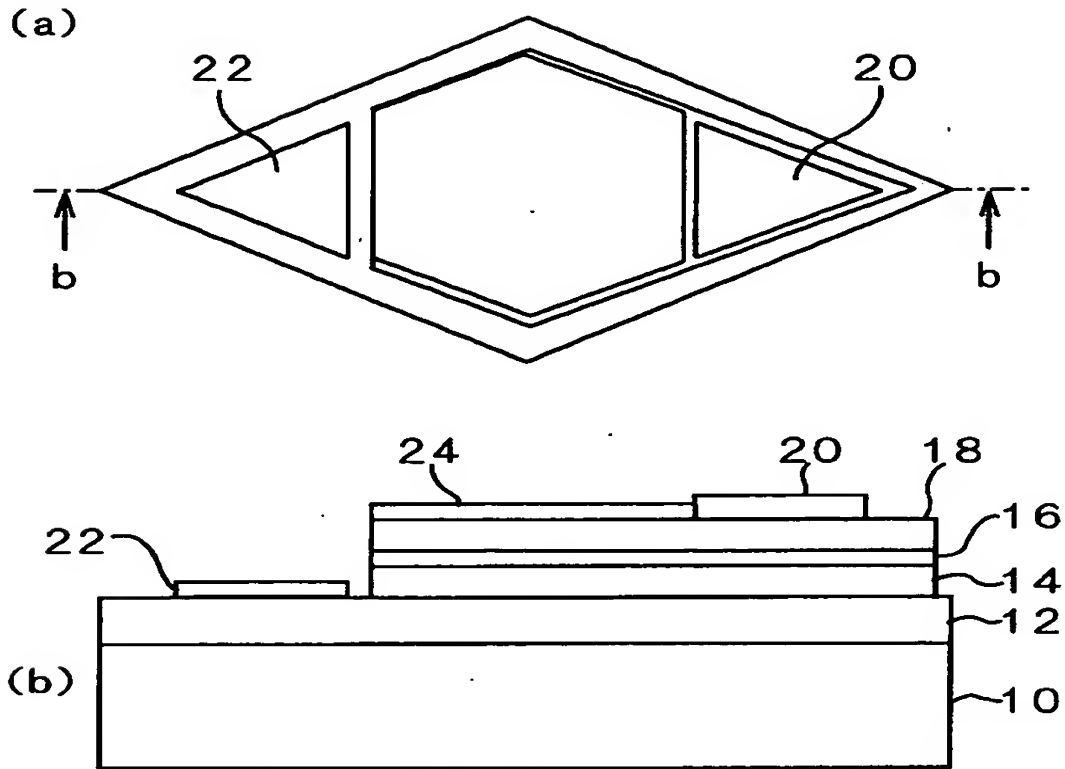
【書類名】

図面

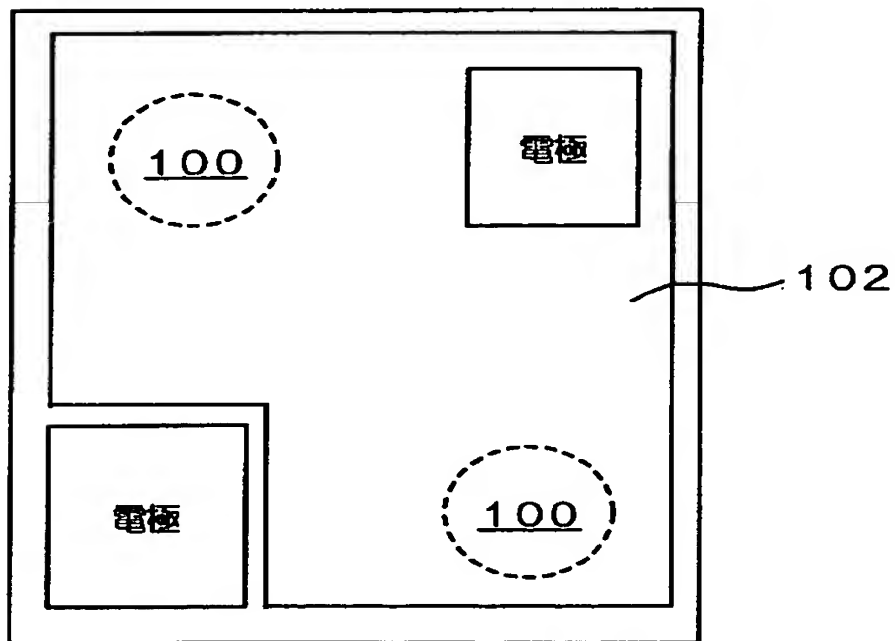
【図1】



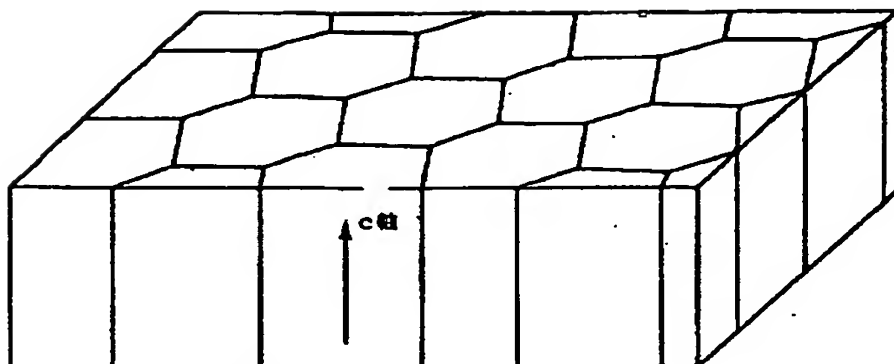
【図2】



【図3】



【図4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 基板を効率的にカットして半導体チップを得る。

【解決手段】 サファイアなどの基板上にMOCVDなどで順次窒化物系結晶を成長させ、更にp電極やn電極を形成する。ウェハ1を互いに直交する2方向に沿ってカットするのではなく、互いに120度をなす2つの方向に沿って切断し、菱形の半導体チップを得る。ウェハ1面内において6回回転対称性を有しているため120度の角度で切断することで、切断方向は互いに等価となり、割れやすい方向に切断することができる。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[591080069]

1. 変更年月日 1994年11月17日

[変更理由] 住所変更

住 所 徳島県徳島市八万町中津浦174-4

氏 名 酒井 士郎

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [500221563]

1. 変更年月日 2000年 5月16日
[変更理由] 新規登録
住 所 徳島県徳島市沖浜東3丁目46番地
氏 名 ナイトライド・セミコンダクター株式会社
2. 変更年月日 2001年 7月10日
[変更理由] 住所変更
住 所 徳島県鳴門市瀬戸町明神字板屋島115番地の7
氏 名 ナイトライド・セミコンダクター株式会社